

LA MACROFLORE FONGIQUE DE *CEDRUS ATLANTICA* (ENDL.) MANETTI EX CARRIERE

II — LES CHAMPIGNONS ECTOMYCORHIZIENS D'UNE CEDRAIE DU MASSIF DU DJURDJURA (ALGERIE)

H. NEZZAR-HOCINE¹, R. J. BOUTEVILLE²,
J. GUINBERTEAU³, R. PERRIN⁴ et G. CHEVALIER^{5*}

¹ Université Mouloud Mammeri, Unité de Recherches en Biologie et Agro-Foresterie,
route de Hasnaoua, 15000 Tizi-Ouzou (Algérie). Fax : (+213) 3 21 86 81.

² 12, rue Jules Guesde, 63400 Chamalières (France).

³ INRA, Station de Recherches sur les champignons, Domaine de la Grande-Ferrade,
71 avenue Edouard Bourleaux, B.P. 81, 33883 Villenave-d'Ornon Cedex (France).
Fax : (+ 33) 5 56 84 31 78. E — mail : guinberteau @ bordeaux.inra.fr.

⁴ INRA, Station de Recherches sur la Flore Pathogène dans le sol, 17 rue Sully, 21031 Dijon Cedex
(France). Fax : (+ 33) 3 80 63 30 26. E — mail : perrin @ bordeaux.inra.fr.

⁵ INRA, Station d'Amélioration des Plantes, Unité de Pathologie végétale et de Mycologie,
Domaine de Crouelle, 63039 Clermont-Ferrand Cedex 2 (France). Fax : (+ 33) 4 73 62 44 59.
E — mail : Chevalier @ clermont.inra.fr.

RÉSUMÉ — Les données sur les champignons mycorrhiziens du cèdre de l'Atlas sont rares. Une étude a été réalisée à la cédraie d'Ighil-Inguel, station de Tala-Guilef (massif du Djurdjura, Algérie). Une attention particulière a été accordée aux champignons mycorrhiziens susceptibles de contracter une association avec le cèdre au stade juvénile. Sur une centaine d'espèces identifiées (appartenant à 48 genres), 71 espèces appartenant à 29 genres sont connues comme ectomycorhiziennes ; la plupart font partie des familles des *Cortinariaceae*, *Tricholomataceae* et *Russulaceae*. Sur les 71 espèces, 40 sont signalées pour la première fois en Algérie. Parmi les 193 espèces mycorrhiziennes différentes relevées en Algérie, au Maroc et en France, dans les différentes études réalisées jusqu'ici, 23 espèces trouvées au cours de notre étude sont signalées pour la première fois sous cèdre. La flore mycorrhizienne du cèdre de l'Atlas semble correspondre principalement aux genres *Cortinarius*, *Inocybe*, *Russula* et *Tricholoma*. Les genres *Hebeloma*, *Hygrophorus* and *Ramaria* sont assez bien représentés.

MOTS CLEFS — mycorrhiziens, Algérie, *Cedrus*

SUMMARY — Information about mycorrhizal fungi associated with *Cedrus atlantica* is scarce. The appearance of fruit bodies was monitored in the *C. atlantica* forest of Ighil-Inguel (Tala-Guilef station, Djurdjura mountains, Algeria). Particular attention was paid to those mycorrhizal fungi able to initiate a symbiotic association with young cedar. Of about a hundred fungal species identified

* Auteur correspondant

(corresponding to 48 different genera), 71 species belonging to 29 genera are ectomycorrhizal. Most of them are members of the *Cortinariaceae*, *Tricholomataceae* and *Russulaceae* families. Out of the 71 species, 40 were observed for the first time in Algeria. Out of the 193 mycorrhizal species observed in Algeria, Morocco and France, in the different studies made so far, 23 were monitored for the first time in this study under cedar. The mycorrhizal flora of *Cedrus atlantica* appears to consist mainly of species belonging to genera *Cortinarius*, *Inocybe*, *Russula* and *Tricholoma*. The genera *Hebeloma*, *Hygrophorus* and *Ramaria* are also represented.

KEY WORDS — mycorrhizal, Algeria, *Cedrus*

INTRODUCTION

Compte tenu de l'importance de la symbiose mycorhizienne pour les essences forestières, de nombreux chercheurs, tels Trappe (1962), Singer (1975), Miller (1982a et b), Harley & Smith (1983), ont établi des listes de champignons mycorhiziens associés à différentes essences. Ces listes ont été constituées à partir d'observations effectuées directement sur le terrain ou de travaux de synthèse au laboratoire. Le recensement mycologique d'un peuplement donné permet d'inventorier les champignons saprophytes, parasites et mycorhiziens. En éliminant les saprophytes et les parasites, on peut dresser une liste des espèces mycorhiziennes pour une plante-hôte donnée. Cette étape est très importante dans l'élaboration d'un programme de mycorhization contrôlée, car elle permet de disposer d'isolats qui serviront à sélectionner les associations mycorhiziennes les plus intéressantes pour le développement de la plante.

Les données concernant les champignons mycorhiziens associés au cèdre de l'Atlas sont rares. Dans les différents travaux réalisés sur la macroflore du cèdre de l'Atlas, aussi bien au Maroc (Maire & Werner, 1937; Malençon & Bertault, 1970b, 1975; Bertault, 1964, 1965, 1978a et b), qu'en Algérie (Maire, 1914, 1927; Nezzar-Hocine *et al.*, 1996b) et en France (Coulon & Rioussset 1967; Mousain, *in* Toth, 1988; Rioussset & Rioussset, 1991), le caractère mycorhizien des espèces n'est pas mentionné; seules sont signalées les espèces caractéristiques d'une station déterminée ou spécifiques du cèdre.

Le Poutre (1961), dans son étude sur les conditions édaphiques de la régénération des cédraies marocaines, ne mentionne le caractère mycorhizogène que de cinq espèces. Dans une synthèse bibliographique établie en 1962, et concernant 280 espèces d'arbres, Trappe cite 525 espèces de champignons susceptibles d'être ectomycorhiziens; 5 seulement concernent le cèdre de l'Atlas, dont 4 espèces déjà citées par Le Poutre. Dans une étude bibliographique sur les champignons mycorhiziens des conifères de France, Pradon (1994) mentionne seulement 5 espèces de champignons mycorhiziens sous *Cedrus*. Le nombre de champignons cités dans l'ensemble des travaux effectués jusqu'ici reste donc très limité. Dans la synthèse bibliographique de Meyer (1973), le cèdre de l'Atlas n'est pas mentionné parmi les essences à ectomycorhizes les plus importantes dans le bassin méditerranéen.

Jusqu'à présent, aucune étude approfondie n'avait été entreprise sur les champignons mycorhiziens des cédraies algériennes. Les premiers travaux sur la symbiose mycorhizienne du cèdre de l'Atlas dans le massif du Djurdjura (Algérie), effectués par Hocine *et al.* (1990, 1994), ont montré une grande richesse de la macroflore fongique, une large diversité des types mycorhiziens et un potentiel ectomycorhizien du sol de cédraie très élevé (Nezzar-Hocine *et al.*, 1995). L'objectif de cet article est, d'une part de faire un

inventaire des champignons mycorhiziens d'une cédraie représentative d'Algérie, d'autre part d'établir une comparaison avec l'ensemble des champignons mycorhiziens répertoriés sous le cèdre de l'Atlas, aussi bien dans son aire d'origine (Algérie, Maroc) qu'en France.

MATERIEL ET METHODES

1. Site d'étude et époque de prélèvement

Les champignons mycorhiziens ont été récoltés dans la cédraie d'Ighil-Inguel (station de Tala-Guilef), à 1600 m d'altitude, dans un site qui a été consacré spécialement à l'étude de la macroflore fongique (Nezzar-Hocine *et al.*, 1996b). La description détaillée de ce site a été donnée par Nezzar-Hocine *et al.* (1996b). La station de Tala-Guilef (1450 mètres d'altitude moyenne) se caractérise par un climat méditerranéen à variante froide et humide. Les caractéristiques climatiques de la station ont été fournies par Abdesselam (1995).

Les relevés de champignons ont été effectués sur environ un hectare, de part et d'autre de la ligne des crêtes dite « des millénaires » qui sépare les versants nord et sud de la cédraie. Les versants sont caractérisés par des peuplements très diversifiés, depuis de jeunes régénérations jusqu'à des arbres dits « millénaires ». En réalité ces arbres n'ont pas mille ans, mais de 400 à 450 ans (Toth, comm. pers.), si l'on se réfère aux mêmes spécimens existant au Maroc. La collecte des champignons a été faite durant 4 années consécutives, à raison de deux sorties par saison, de l'automne 1989 au printemps 1993.

2. Identification des champignons

Les champignons mycorhiziens ont été identifiés par l'examen des caractères macroscopiques des sporophores, d'après les principaux ouvrages de Maire (1928), Malençon & Bertault (1970b, 1975), de Bertault (1978a et b), ainsi que ceux de Kühner & Romagnesi (1974) et de Bon (1984, 1991). Des études microscopiques ont été réalisées sur les revêtements et les spores des échantillons appartenant à des genres ou complexes spécifiques renfermant des espèces difficiles à séparer (*Cortinarius*, *Hebeloma*, *Inocybe*, *Russula*...). La classification et la nomenclature des espèces sont celles adoptées par Courtecuisse (1994). Nous avons également utilisé la liste des noms valides de Berteaux *et al.* (1989).

RESULTATS

1. Inventaire des espèces mycorhiziennes

L'inventaire de la macroflore fongique de la cédraie d'Ighil-Inguel a révélé une grande richesse en espèces mycorhiziennes. Sur une centaine d'espèces identifiées réparties en 48 genres (Nezzar-Hocine *et al.*, 1996b), au total 71 espèces sont susceptibles d'être mycorhiziennes (tableaux 1 et 3).

Familles / genres / espèces	ALGERIE			MAROC	FRANCE		
	Atlas tellien	Djurdjura	Autres régions	Moyen Atlas Rif, Autres régions	Petit-Lubéron	Mont-Ventoux	Autres régions
Amanitaceae							
Amanita							
<i>A. ceciliae</i> (Bk. & Br.) Boudier ex. Bas (<i>A. inaurata</i> = <i>A. strangulata</i>)				B			
<i>A. gemmata</i> (Paulet) Bertillon				B, M & B			
<i>A. gemmata</i> f. <i>amici</i> (Gill.) Gilb.				M & B			
<i>A. muscaria</i> (L. : Fr.) Hook.				B, M & B			Durr.
<i>A. ovoidea</i> (Bull. : Fr.) Link	L						
<i>A. rubescens</i> (Pers. : Fr.) S. F. Gray		G	M & B	M & B			
<i>A. vaginata</i> (Bull. : Fr.) Vitt.	L	G					
Bankeraceae							
Hydnellum							
<i>H. ferrugineum</i> (Fr. : Fr.) Karsten (= <i>Calodon</i> f.)					■		
Boletaceae							
Boletus							
<i>B. erythropus</i> Pers. (= <i>Tubiporus</i> e.)	C, T, e L	G		M & W			
<i>B. luridus</i> Sch. : Fr.	L						L
Chalciporus							
<i>C. amarellus</i> (Quéf.) Bataille (= <i>Boletus</i> a.)		G					
Leccinum							
<i>L. crocipodium</i> (Letellier) Watl. (= <i>L. tessellatum</i> = <i>L. nigrescens</i>) (= <i>Boletus crocipodius</i>)	■	■					
Suillus							
<i>S. collinitus</i> (Fr.) O. Kuntze (= <i>S. fluryi</i> = <i>B. collinitus</i>)	L	G					L
<i>S. luteus</i> (L. : Fr.) Roussel						M	L
<i>S. placidus</i> (Bonorden) Sing.		G					
Xerocomus							
<i>X. chrysenteron</i> (Bull.) Quéf.	C, e L	G			M		L, Durr.
<i>X. subtomentosus</i> (L. : Fr.) Quéf. (= <i>Boletus subtomentosus</i> L. : Fr.)	C, L			M & B			
Clavariadelphaceae							
Clavariadelphus							
<i>C. truncatus</i> (Quéf.) Donk (= <i>Clavaria truncata</i> Quéf.)	C			M & W			
Clavulinaceae							
Clavulina							
<i>C. cristata</i> (Holmsk. : Fr.) Schroet. (= <i>Clavaria</i> c. Holmsk. : Fr.) (= <i>Ramaria</i> c.)	L						
Cortinariaceae							
Cortinarius							
<i>C. anserinus</i> (Vel.) Henry (= <i>C. amoenolens</i>)				M & W M & B			
<i>C. anomalus</i> (Fr. : Fr.) Fr.				M & W			
<i>C. aurasiacus</i> ***Pat. ss. Malç. & Bert.	C			M & W, M & B			
<i>C. argentatus</i> (Pers. : Fr.) Fr.				M & B			
<i>C. azureus</i> Fr.				M & W, M & B			
<i>C. brunneus</i> (Pers. : Fr.) Fr.	C		M & B	M & W			
<i>C. caeruleus</i> (Sch.) Fr.			Maire in M & B				
<i>C. calochrous</i> (Pers. : Fr.) S.F. Gray		G				■	
<i>C. calochrous</i> f. <i>violascens</i> Henry				M & B			

Familles / genres / espèces	ALGERIE			MAROC	FRANCE		
	Atlas tellien	Djurdjura	Autres régions	Moyen Atlas, Rif, Autres régions	Péni-Lubéron	Mont-Ventoux	Autres régions
Cortinarius							
<i>C. candelaris</i> Fr.				M & B			
<i>C. castaneus</i> (Bull. : Fr.) Fr.		Q					
<i>C. cedretorum</i> ***Maire	C, T, L	G	M & B	M & W M & B, P			
<i>C. cedretorum</i> ***Maire var. <i>typicus</i> Maire				M & W			
<i>C. claricolor</i> (Fr.) Fr.	C, T			M & W			
<i>C. cotoneus</i> Fr.			M & B				
<i>C. duracinus</i> Fr.	C, T	G	M & B	M & W, M & B			
<i>C. dionysae</i> Henry.				M & B			
<i>C. elegantissimus</i> Henry (= <i>C. auroturbinatus</i> pp.)		Q					
<i>C. glaucopus</i> (Sch. : Fr.) Fr.			M & B				
<i>C. herculeus</i> ***Malençon		Q		M & B, P	M, R	■	L. Durr.
<i>C. infractus</i> (Pers. : Fr.) Fr.	C, T		M & B	M & B	R		
<i>C. infractus</i> (Pers. : Fr.) Fr. ssp. <i>obscurocyaneus</i> (Secretan ex Schroeter) garnier			Maire in M & B	M & B			
<i>C. multiformis</i> (Fr. →) Fr.				M & B			
<i>C. ochropallidus</i> Henry				M & B			
<i>C. odorifer</i> Britz.		O	M & B	M & B			
<i>C. orichalceus</i> (Batsch) Fr.	C			M & B			
<i>C. prasinus</i> (Sch.) Fr.				M & B			
<i>C. sodagnitus</i> Henry				M & B			
<i>C. turmalis</i> Fr. var. <i>cedretorum</i> Heim				Heim, in M & B			
<i>C. uraceus</i> Fr.				M & B			
<i>C. varicolor</i> (Pers. : Fr.) Fr.				M & B			
<i>C. venetus</i> (Fr.) Fr.				M & B			
Galerina							
<i>G. badipes</i> (Fr.) Kühn.			M & B	M & B			
<i>G. cedretorum</i> ***Maire (Singer)	C						
Hebeloma							
<i>H. crustuliniforme</i> (Bull.) Quéf.		Q					
<i>H. eburneum</i> *** Malençon		Q		M & B	R	M	
<i>H. edurum</i> Métr. & Bon		Q					
<i>H. fastibile</i> (Pers. : Fr.) Kumm. (= <i>H. sordidum</i> Maire)	C, T	G	M & B	M & W, M & B		Brdaur	
<i>H. mesophaeum</i> (Pers.) Quéf.		Q		M & B		M	
<i>H. pallidum</i> Malençon				M & B			
<i>H. sinapizans</i> (Paulet) Gill.		Q		M & B	M	M	L.
<i>H. strophosum</i> (Fr.) Sacc. ss Lange				M & B			
<i>H. versipelle</i> (Fr.) Gill.		Q		M & B			
Inocybe							
<i>I. aurantiifolia</i> *** Beller		Q			R		
<i>I. brunnea</i> Quéf.				M & B			
<i>I. dolichospora</i> Malençon				M & B			
<i>I. geophylla</i> (Fr. : Fr.) Kumm.	C		M & B	M & B	R		
<i>I. granimopodia</i> Malençon				M & B			
<i>I. hirtella</i> Bres.	C		M & B				
<i>I. kuehneri</i> St. & Ves. (= <i>I. euiheles</i> (Berk. & Br.) Quéf.)		Q					
<i>I. lucifuga</i> (Fr. : Fr.) Kumm.	C						
<i>I. nitidiuscula</i> (Britz.) Sacc. (= <i>I. friesii</i> Heim)		Q					
<i>I. leptocystis</i> Atk.		Q					

Familles / genres / espèces	ALGERIE			MAROC	FRANCE		
	Atlas tellien	Djurdjura	Autres régions	Moyen Atlas, Rif, Autres régions	Petit-Lubéron	Mont-Ventoux	Autres régions
Inocybe							
<i>I. orbata</i> Malençon				M & B			
<i>I. pisciodora</i> Donad. & Riouss.					R		
<i>I. queletii</i> Konr.			M & B	M & W M & B			
<i>I. rufula</i> Malençon				M & B			
<i>I. rimosa</i> (Bull. : Fr.) Kumm. (= <i>I. fastigiata</i> (Sch.) Quél.)	C. T	G	M & B				
<i>I. roseipes</i> Malençon				M & B			
<i>I. sambucina</i> (Fr. : Fr.) Quél.				M & B			
<i>I. scabelliformis</i> *** Malençon				M & B			
<i>I. subbrunnea</i> Kühn.		G					
<i>I. tenebrosa</i> Quél.					R		
<i>I. tristis</i> Malç. & Berl.				M & B			
<i>I. xanthodisca</i> Kühn.					R		
Gautieraceae							
Gautiera							
<i>G. pseudovestita</i> Malençon				M & B			
<i>G. trabutii</i> *** (Chatin) Pat.	Pat. C			M & W. M & B			
Geastraceae							
Geastrum							
<i>G. coronatum</i> Pers. : Pers. (= <i>G. limbatum</i> Fr.)							Guin.
<i>G. melanocephalum</i> (Czern.) Stanek f. <i>melanocephalum</i> (= <i>Trichaster melanocephalum</i> Czern.)					R		
Geaster							
<i>G. triplex</i> Junghuhn		G		M & B	R		
<i>G. berkeleyi</i> Massee	L						
<i>G. sessile</i> (Sow.) Pouz. (= <i>G. fimbriatum</i>)					R. M		L
Gomphaceae							
Gomphus							
<i>G. clavatus</i> (Pers. : Fr.) S.F. Gray (= <i>Nevrophyllum clavatum</i>)		G		M & B			
<i>G. crassipes</i> (Duf.) Maire (= <i>Cantharellus crassipes</i> Duf.)	Duf. T.			M & W. M & B			For. et Nev.
Gomphidiaceae							
Chroogomphus							
<i>C. rutilus</i> (Sch. : Fr.) O.K. Mill.						M	
Helvellaceae							
Paxina							
<i>P. acetabulum</i> (L. Fr.) O. Kuntze (= <i>Acetabula vulgaris</i> = <i>Helvella a.</i>)		G		M & W			
Hygrophoraceae							
Cuphophyllus							
<i>C. virgineus</i> (Wulf. : Fr.) Kovalenko (= <i>C. niveus</i> = <i>Hygrophorus n.</i>)		M.		M & B	M & B		
Hygrocybe							
<i>H. conicus</i> (Scop. : Fr.) Kummer						M	
<i>H. fornicata</i> (Fr.) Sing.					R		
<i>H. persistens</i> (Britz.) Sing. (= <i>H. acutoconicus</i> var <i>langei</i> (Kühner) M. Bon				M & B			

Familles / genres / espèces	ALGERIE			MAROC	FRANCE		
	Atlas tellia	Djurdjura	Autres régions	Moyen Atlas, Rif, Autres régions	Peü-Lubéron	Mont-Ventoux	Autres régions
Hygrophorus							
<i>H. carneogriseus</i> Malençon			Maire in M & B	M & B		M	
<i>H. chryson</i> (Batsch : Fr.) Fr.	C, T	G					
<i>H. conicus</i> Scop. : Fr.					M		
<i>H. eburneus</i> (Bull. : Fr.) Fr.	L	G					
<i>H. eburneus</i> (Bull. : Fr.) Fr. var. <i>cossus</i> (Sow. : Fr.) Quélet	T						
<i>H. marzuolus</i> (Fr. : Fr) Bres.				M & B			Bok. & Mor. in Trap. Kraft. in Trap.
<i>H. personii</i> Arnolds (= <i>H. dichrous</i>)				M & B			
<i>H. pudorinus</i> (Fr. : Fr.) Fr.	L						
<i>H. purpurascens</i> (Alb. & Schw. : Fr.) Fr.	C, T		M & B	M & w M & B			
<i>H. purpurascens</i> var. <i>cedretorum</i> *** Maire	C						
<i>H. russula</i> (Sch. : Fr.) Quélet var. <i>cedretorum</i> ***Maire		G					
Hymenogastraceae							
Hymenogaster							
<i>H. bulliardii</i> Vitt.					R		
Hysterangiaceae							
Hysterangium							
<i>H. rickeni</i> Soncher				M & B			
Melanogasteraceae							
Melanogaster							
<i>M. broomeanus</i> (Berk.) Tul.					R		
<i>M. ambiguus</i> (Vitt.) Tul.					R		
Morchellaceae							
Morchella							
<i>M. conica</i> Pers. : Fr.	T			M & w			
<i>M. costata</i> (Vent.) Pers.	T, e	G		M & w			
<i>M. intermedia</i> Boud.					R		
<i>M. rigida</i> (Krombl.) Bond.		Maire					
<i>M. umbrina</i> Boudier		Maire					
<i>M. elata</i> Fr. : Fr.				M & w			
Otidea							
Otidea							
<i>O. onotica</i> (Pers. : Fr.) Fuckel						M	
Tarzetta							
<i>T. catinus</i> (Holmskj. : Fr.) Korf & Rogers (= <i>Pustularia c.</i>) (= <i>P. ochracea</i>)	C						
Hypotarzetta							
<i>H. insignis</i> (Berthet & Riouss.) Donad. (= <i>Pustularia i.</i>) (= <i>Tarzetta i.</i>)	C			M & B (1970)	R		
Pisolithaceae							
Pisolithus							
<i>P. arrhizus</i> (Scop.) S. Raucher (= <i>P. tinctorius</i> (Pers.) Desm.)		G					
Peizaceae							
Sarcosphaera							
<i>S. crassa</i> (Santi & Sleudel) Pouzar (= <i>S. coronaria</i>)		G					

Familles / genres / espèces	ALGERIE			MAROC	FRANCE		
	Atlas tellien	Djurdjura	Autres régions	Moyen Atlas, Rif, Autres régions	Petit-Lubéron	Mont-Ventoux	Autres régions
Pyrenomataceae							
Geopora							
<i>G. sumneriana</i> *** (Cooke) De la Torre (= <i>Sepultaria</i> s.)	Pat., C, T, L	G		M & W	R		L, Durr.
Ramariaceae							
Ramaria							
<i>R. cedretorum</i> *** (Maire) Malençon (= <i>Clavariella</i> c.) (= <i>C. cedretorum</i> var. <i>eucedretorum</i> Werner)	C			M & B, P.			
<i>R. aurea</i> (Sch.) Quél (= <i>Clavaria aurea</i>)	C	G		M & W			
<i>R. botrytis</i> (Pers. : Fr.) Rick. (= <i>Clavaria botrytis</i>)	u, L	G		M & W			
<i>R. flaccida</i> (Fr. : Fr.) (= <i>Clavaria</i> f.)					R		
<i>R. flava</i> (Sch. : Fr.) Quél. (= <i>Clavaria</i> f.) (= <i>R. flavicolor</i>) (= <i>Clavariella</i> f.)	C, c	G					
<i>R. formosa</i> (Pers. : Fr.) Quél. (= <i>Clavaria</i> f.)	Pat., C, T, c	G		M & B			
<i>R. mairei</i> Donk (= <i>R. pallida</i>)				M & W			
<i>R. myceliosa</i> (Peck.) Corn. (= <i>Clavaria corrugata</i> Karst.)					R		
<i>R. nigrescens</i> (Brinkm.) Donk					■		
<i>R. ochraceovirens</i> (Junghuhn) Donk (= <i>R. abietina</i> auct. pp.)				M & W	R		
Rhizopogonaceae							
Rhizopogon							
<i>R. vulgaris</i> (Vitt.) Lange M. (= <i>R. provincialis</i> Tul.)	M & B	G		M & B			
Russulaceae							
Lactarius							
<i>L. chrysorrhoeus</i> Fr.					■		
<i>L. fuliginosus</i> (Fr. : Fr.) Fr.							L
<i>L. mitissimus</i> (Fr. : Fr.) Fr.		Q		B			
<i>L. vellereus</i> (Fr. : Fr.) Fr.		G					
<i>L. sanguifluus</i> (Paul. : Fr.) Fr.	L					M	L
Russula							
<i>R. acrifolia</i> Romagn.					■		
<i>R. adusta</i> (Pers. : Fr.) Fr.	C				■	M	L
<i>R. alutacea</i> (Pers. : Fr.) Fr. var. <i>brunneola</i> Bert.		■					
<i>R. albonigra</i> (Krombh.) Fr.					■		
<i>R. amara</i> Kucera (= <i>R. caerulea</i>)	C						
<i>R. anthracina</i> Romag. var. <i>carneifolia</i> Romag.				B			
<i>R. azurea</i> Bres.		Q		B			
<i>R. delicata</i> Fr.	C, L	G				M	L
<i>R. densifolia</i> (Secr.) ex. Gill.				B			
<i>R. grisea</i> (Pers.) Fr.	C						
<i>R. integra</i> (L.) Fr (= <i>R. polychroma</i> Sing. ex. Hora)	C						
<i>R. krombholzii</i> R. Shaffer (= <i>R. atropurpurea</i>)	L	G					L
<i>R. nigricans</i> (Bull. →) Fr.		G					
<i>R. ochroleuca</i> (Hall.) Pers.		■					
<i>R. arimeia</i> Cooke (= <i>R. cf. sardonia</i>)						■	
<i>R. subfoetens</i> W. G. Smith		G					
<i>R. sublaevispora</i> (Romag.) Romag. ex. Bon				B			
<i>R. subterfucata</i> Romag. (= <i>R. basifurcata</i>)				■			
<i>R. torulosa</i> Bres.		Q			■		

Familles / genres / espèces	ALGERIE			MAROC	FRANCE		
	Atlas tellien	Djurdjura	Régions non précisées	Moyen Atlas, Rif, Autres régions	Petit-Lubéron	Mont-Ventoux	Autres régions
<i>Russula</i>							
<i>R. turci</i> Bres.	Pat., C, T, M & B	G		■			
<i>Sarcoscyphaceae</i> <i>Neourula</i>							
<i>N. pouchetti</i> (Berthet & Rioussel) Paden (= <i>Urnula</i> p.)					R		
<i>Sclerodermataceae</i> <i>Scleroderma</i>							
<i>S. verrucosum</i> (Bull. : Pers.) Pers.	M & B	G		M & B			
<i>Strobilomycetaceae</i> <i>Strobilomyces</i>							
<i>S. strobilaceus</i> (Scop. : Fr.) Berk. (= <i>S. floccopus</i>)		G					
<i>Thelephoraceae</i> <i>Boletopsis</i>							
<i>B. leucomelaena</i> (Pers.) Fayod		G		M & W	R, M	M	
<i>B. grisea</i> (Peck) Bond. & Sing. (= <i>Polyporus griseus</i> Peck)				M & B, ■			
<i>Tuberaceae</i> <i>Tuber</i>							
<i>T. stirpe borchii</i> Vitt.		G					
<i>T. borchii</i> Vitt.					R		
<i>T. maculatum</i> Vitt.					R		
<i>T. nitidum</i> Vitt.					R		
<i>Tricholomataceae</i> <i>Callistosporium</i>							
<i>C. olivascens</i> (Boudier) Bon							Prad.
<i>Laccaria</i>							
<i>L. laccata</i> (Scop. : Fr.) Cooke	C, T	G					
<i>Lyophyllum</i>							
<i>L. decastes</i> (Fr. : Fr.) Sing. (= <i>L. aggregatum</i> ss. lato) (= <i>L. aggregatum</i> f. <i>typicus</i> Kühn. & Romagn.)		G	M & B	M & B		M	
<i>L. deliberatum</i> (Britz) Kreis. (= <i>L. infumatum</i> (Bres.) Kühn.)		■	M & B	M & B		M	
<i>L. fumosum</i> (Pers. : Fr.) Kühn. & Romagn. ex Orton (= <i>L. aggregatum</i> var. <i>fumosum</i>) (= <i>L. cinerascens</i>)		G					
<i>L. semitale</i> (Fr.) Kühn.				M & B			
<i>T. ozes</i> Kühn. & Romagn.				M & B			
<i>Rugosomyces</i>							
<i>R. onychinum</i> (Fr.) Raith.			M & B	M & B			
<i>R. cerinus</i> (Pers. : Fr.) Bon	C						
<i>Tephroclype</i>							
<i>T. anthracophila</i> (Lasch) Orton (= <i>Lyophyllum carbonarium</i>)				M & B			
<i>T. ozes</i> (Fr.)				M & B			
<i>Tricholoma</i>							
<i>T. alboconicum</i> Lange					R		
<i>T. auratum</i> Gill. (<i>T. equestre</i> pp)			M & B	M & W M & B			
<i>T. atrosquamosum</i> (Chev. →) Sacc.			M & B	M & B			
<i>T. caligatum</i> (Viv.) Rick.	C	G	M & B	M & W M & B Abou.			

Familles / genres / espèces	ALGERIE			MAROC	FRANCE		
	Atlas tellien	Djurdjura	Autres Régions	Moyen Atlas, Rif, Autres Régions	Petit-Lubéron	Mont-Ventoux	Autres Régions
<i>Tricholoma</i>							
<i>T. cedrorum</i> *** Maire	C, c			M & W M & B			
<i>T. equestre</i> (L. : Fr.) Kumm. (= <i>T. flavovirens</i>)	C, T		M & B	M & W			
<i>T. fulvum</i> (Bull. : Fr.) Saccardo (= <i>T. flavobrunneum</i> (Fr.) Kumm.)		G					
<i>T. gausapatum</i> (Fr. : Fr.) Quéf.	C, T						
<i>T. josserrandi</i> Bon (= <i>T. groanense</i> Viola)		G			R		
<i>T. orirubens</i> Quéf.			M & B	M & B			
<i>T. pessundatum</i> (Fr. : Fr.) Quéf.				M & W, P M & B			L
<i>T. portentosum</i> (Fr. : Fr.) Quéf.	C M & B	G					
<i>T. pseudonictitans</i> Bon		G					
<i>T. saponaceum</i> (Fr. : Fr.) Kumm.	C	G		M & B	■	■	
<i>T. saponaceum</i> (Fr. : Fr.) Kumm f. <i>nympharum</i>				M & B			
<i>T. squarrulosum</i> Bres.	C			M & W			
<i>T. stans</i> (Fr.) Sacc.	C						
<i>T. ustale</i> (Fr. : Fr.) Kumm.	T						
<i>T. terreum</i> (Sch. : Fr.) Kumm.	C, c	G	M & B	M & B	R	M	L
<i>T. tridentinum</i> *** Sing. var. <i>cedretorum</i> Bon		G			R, M	M	Durr.
<i>Fungi imperfecti</i>							
<i>Cenococcum graniforme</i> (Sow.) Ferd. & Wing. (= <i>C. geophilum</i>)		G		Abou			

Tableau 1 : Champignons présumés ectomycorhiziens, récoltés sous *Cedrus atlantica*.

1 — Cédraies d'Algérie — Atlas tellien : C, T, Maire (1914, 1927, 1928) (C : Chréa ; T : Teniet-El-Had) ; c, M.A.R.A. (1992) (Chréa) ; Duf., Dufour (1889) (Teniet-El-Had) ; L, Lanier (1994) (Chréa) ; M & B, Malençon & Bertault (1970b, 1975) ; Pat., Patouillard (1897, 1903, in Maire, 1914) — Djurdjura : G, Nezzar-Hocine *et al.* (1996b), Maire (1927) ; — Autres régions : M & B, Malençon & Bertault (1970b, 1975).

2 — Cédraies du Maroc — Abou., Abourouh (1990, 1995) ; B, Bertault (1964, 1965, 1978a) ; M & B, Malençon & Bertault (1970b, 1975) ; M & W, Maire & Werner (1937) ; P, Le Poutre (1961).

3 — Cédraies de France — Petit-Lubéron : R, Rioussat & Rioussat (1991) ; M, Mousain (comm. pers.) — Mont-Ventoux : M, Mousain (in Toth, 1988) ; Bidaud (1990) -Autres régions : Bokor & Mor., Bokor & Moreau (1962, in Trappe, 1964) ; Durr., Durrieu (comm. pers.) For. et Nev., Forte & Neville (1994) ; Guin., Guinberteau (comm. pers.) ; Kraft (1962 in Trappe, 1964) ; L, Lanier (1994) ; Prad., Pradon (1994).

*** : espèces spécifiques.

soulignées : espèces signalées pour la première fois en Algérie.

en caractères gras et soulignées : espèces signalées pour la première fois en Algérie et ne figurant dans aucun inventaire des champignons des cédraies.

Sur les 48 genres inventoriés (Nezzar-Hocine *et al.*, 1996b), 31 se retrouvent dans la liste donnée par Trappe (1962), 21 dans celle de Miller (1982a et b), 23 dans celle de Harley & Smith (1983) et 20 dans celle de Mosse *et al.* (1981). Quelques genres (*Agaricus*, *Calvatia*, *Lycoperdon*, *Clitocybe*) cités par ces auteurs ont, par la suite, été reconnus comme non mycorrhiziens. Sans tenir compte de la liste de Trappe, qui renferme de nombreux genres qui n'ont pas été retenus comme mycorrhiziens, au total 29 genres sur 48 sont donc susceptibles de l'être : 24 d'après les listes de Miller, Harley & Smith et Mosse *et al.*, plus 5 d'après Guinberteau (comm. pers.) : *Chalciporus*, *Gomphus*, *Morchella*, *Paxina*, *Sarcosphaera*. Les listes de Miller, Harley & Smith et Mosse *et al.* ont 17 genres en commun. La majorité des espèces appartiennent à la classe des Homobasidiomycètes, avec 13 ordres et 20 familles. La famille des *Boletaceae* comprend le plus grand nombre de genres (5) ; 3 appartiennent aux *Cortinariaceae* et aux *Tricholomataceae* ; les autres familles ne renferment que 1 à 2 genres. Le plus grand nombre d'espèces observées a été relevé chez les *Cortinariaceae* (20 espèces), les *Tricholomataceae* (12 espèces) et les *Russulaceae* (11 espèces). La répartition des espèces par famille et par genre est représentée dans la figure 1.

Parmi les 71 espèces mycorrhiziennes de la cédraie, un grand nombre sont comestibles, telles : *Hygrophorus chrysodon*, *H. russula*, *Morchella costata*, *Ramaria botrytis*, *R. flava*, *Russula delicata*, *R. alutacea*, *Paxina acetabulum*, *Sarcosphaera crassa*, *Tricholoma portentosum*, « merveilleux comestible » selon Marchand (1971), *T. terreum*, *T. caligatum*. Cette dernière espèce est très voisine du « Matsu-take », sinon identique (Durrieu, 1993) ; les Japonais récoltaient, il y a peu de temps encore, dans la cédraie d'Ighil-Inguel, *T. caligatum* qu'ils appréciaient beaucoup.

2. Espèces mycorrhiziennes spécifiques du cèdre

La cédraie d'Ighil-Inguel présente une grande richesse en espèces mycorrhiziennes spécifiques du cèdre. Nous en avons rencontré 8, sur un total de 18 espèces réputées spécifiques, dont 15 mycorrhiziennes (tableau 1). Des espèces comme *Cortinarius cedretorum*, absent dans les inventaires effectués en France, *Inocybe aurantifolia*, cité par Rioussset,

Table 1 : Fungal species collected under *Cedrus atlantica* which have been reported as ectomycorrhizal.

1 — Algeria Atlas cedar forests — Tellien Atlas : C, T. Maire (1914, 1927, 1928) (C : Chrèa ; T : Teniet-El-Had) ; c, M.A.R.A. (1992) (Chrèa) ; Duf., Dufour (1889) (Teniet-El-Had) ; L, Lanier (1994) (Chrèa) ; M & B, Malençon & Bertault (1970b, 1975) ; Pat., Patouillard (1897, 1903, in Maire, 1914) — Djurdjura : G, Nezzar-Hocine *et al.* (1996b) ; Maire (1927) — The others localizations : M & B, Malençon & Bertault (1970b, 1975).

2 — Morocco Atlas cedar forests — Abou., Abourouh (1990, 1995) ; B. Bertault (1964, 1965, 1978a) ; M & B, Malençon & Bertault (1970b, 1975) ; M & W, Maire & Werner (1937) ; P, Le Poutre (1961).

3 — French Atlas cedar forests — Petit-Lubéron : R, Rioussset & Rioussset (1991) ; M, Mousain (pers. comm.) — Mont-Ventoux : M, Mousain (in Toth, 1988) — The others localizations : Bidaud (1990) ; Björ. & Mor., Björkman & Moreau (1962, in Trappe, 1964) ; Durrieu (pers. comm.) For. & Nev., Forte & Neville (1994) ; Guin, Guinberteau (pers. comm.) ; Kraft (1962 in Trappe, 1964) ; L, Lanier (1994) ; Prad., Pradon (1994).

*** : specific species

underlined : species reported for the first time in Algeria.

in heavy type and underlined : species reported for the first time in Algeria and never previously mentioned in mycological surveys of Atlas cedar forests.

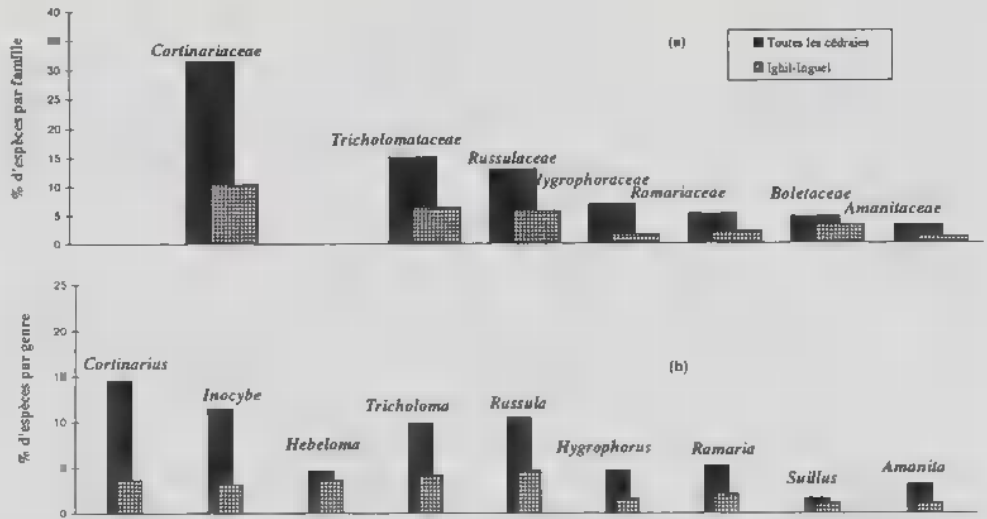


Figure 1 : Répartition des espèces mycorrhiziennes dans toutes les cédraies inventoriées et dans celle d'Ighil-Inguel par familles (a) et par genres (b).

Figure 1 : Distribution of mycorrhizal species according to families (a) and to genera (b) in cedar forest of Ighil-Inguel and elsewhere in North Africa and in France.

Hygrophorus russula var. *cedretorum* et *Hebeloma eburneum*, absents dans toutes les cédraies inventoriées par les autres auteurs, se développent à Ighil-Inguel.

3. Evolution du cortège fongique

La limitation de la zone d'étude à un hectare et le nombre restreint de prospections ne nous ont pas permis d'avoir une idée complète de l'évolution du cortège mycorrhizien en fonction de l'âge du peuplement. L'observation de 36 espèces mycorrhiziennes récoltées, en décembre 1991, au niveau de la « crête des millénaires » (tableau 2) nous ■ cependant fourni un exemple de distribution de champignons (figure 2). La plupart des espèces n'étaient présentes qu'à un seul exemplaire sur la parcelle d'étude. Seul *Cortinarius* stirpe *duracinus* formait des peuplements abondants. Les inocybes étaient également fréquents, mais sans former de peuplements abondants.

Tout au long de nos relevés, nous avons constaté que la diversité des espèces fongiques sous les jeunes peuplements était moindre que celle observée sous les arbres âgés. Il est difficile de donner un âge précis aux arbres à proximité desquels les champignons ont fructifié. Par ailleurs, la forte densité du peuplement végétal au niveau du site d'étude et le mélange des jeunes peuplements aux arbres âgés ne permettent généralement pas d'établir une relation entre tel carpophore et tel ou tel arbre. En conséquence, nous avons surtout considéré les espèces fongiques présentes dans les jeunes peuplements. Ces espèces sont peu nombreuses ; nous en avons récolté 9 (7 sont présentées dans le tableau 2) ; elles appartiennent aux genres *Hebeloma*, *Hygrophorus*, *Inocybe*, *Laccaria*, *Sclerotium* et *Tricholoma* ; deux autres espèces ont été identifiées par la morphologie des

1. <i>Hebeloma sordidum</i>	19. <i>Inocybe subbrunnea</i>
2. <i>Inocybe kuehneri</i>	20. <i>Cortinarius duracinus</i>
3. <i>Hygrophorus chrysodon</i>	21. <i>Inocybe rimosa</i>
4. <i>Tricholoma tridentinum</i> var. <i>cedretorum</i>	22. <i>Ramaria botrytis</i>
5. <i>Cortinarius cedretorum</i>	23. <i>Inocybe</i> spp.
6. <i>Russula delica</i>	24. <i>Inocybe</i> spp.
7. <u><i>Hebeloma crustuliniforme</i></u>	25. <i>Inocybe nitidiuscula</i>
8. <u><i>Scleroderma verrucosum</i></u>	26. <i>Ramaria flavicolor</i>
9. <u><i>Hebeloma</i> spp.</u>	27. <i>Lyophyllum fumosum</i>
10. <i>Inocybe</i> spp.	28. <i>Cortinarius herculeus</i>
11. <i>Lyophyllum decastes</i>	29. <i>Cortinarius calochrous</i>
12. <i>Russula nigricans</i> .	30. <i>Tricholoma caligatum</i>
13. <i>Tricholoma josserandii</i>	31. <i>Xerocomus chrysenteron</i>
14. <i>Inocybe</i> spp.	32. <i>Cortinarius elegantissimus</i>
15. <i>Cortinarius castaneus</i>	33. <i>Russula subfoetens</i>
16. <i>Tricholoma portentosum</i>	34. <u><i>Hygrophorus eburneus</i></u>
17. <i>Tricholoma saponaceum</i>	35. <u><i>Hygrophorus russula</i> var. <i>cedretorum</i></u>
18. <i>Hebeloma versipelle</i>	36. <u><i>Hebeloma eburneum</i></u>

Tableau 2 : Espèces récoltées à la cédraie d'Ighil-Inguel, en décembre 1991 et mentionnées à la figure 2.

Souligné : espèces trouvées dans les jeunes peuplements

Table 2 : Fungal species collected in the Ighil-Inguel cedar forest, December 1991 (see figure 2).

Underlined : species collected under young stands of *Cedrus atlantica*.

mycorhizes présentes (*Cenococcum graniforme* et *Tuber* stirpe *borchii*). Les espèces présentes sous les arbres âgés offrent en effet moins d'intérêt en tant qu'espèces potentiellement utilisables pour la mycorhization contrôlée, car il n'est pas sûr qu'elles soient capables de mycorhizer des plants jeunes.

DISCUSSION

1. Richesse en espèces mycorhiziennes

Nous avons répertorié, dans la cédraie d'Ighil-Inguel, beaucoup plus d'espèces mycorhiziennes que ne l'ont fait les autres auteurs au niveau d'une seule cédraie : au total

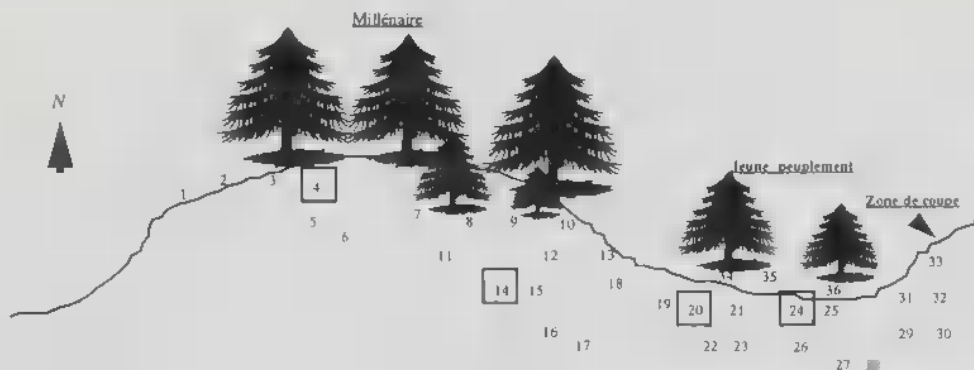


Figure 2 : Distribution de quelques espèces de champignons mycorrhiziens sur la « crête des millénaires » (Tala-Guilef, décembre 1991) (□ espèces trouvées en plusieurs endroits).

Figure 2 : Occurrence of some mycorrhizal species along the « crest of the thousand years » (Tala-Guilef, December 1991) (□ species found in several places).

71 espèces, appartenant à 29 genres. Certaines listes de champignons supposés mycorrhiziens établies par divers auteurs peuvent paraître moins complètes que d'autres, ou même contradictoires, si l'on ne tient pas compte des remaniements effectués plus tard dans la classification des champignons supérieurs. Ainsi le genre *Xerocomus* ne figure-t-il pas dans la liste de Miller (1982a) et le genre *Tuber* est-il absent de celle de Harley & Smith (1983) ; le genre *Chalciporus* est absent de toutes les listes. Selon Harley (1969), la majorité des espèces mycorrhiziennes sont des Basidiomycètes de la famille des *Agaricaceae* (au sens large et non au sens actuel) et de celle des *Boletaceae*. En fait, de nombreux Ascomycètes sont également mycorrhiziens.

Sur les 71 espèces mycorrhiziennes de la cédraie d'Ighil-Inguel, 40 espèces sont signalées pour la première fois en Algérie (sur un total de 117 espèces mycorrhiziennes relevées dans l'ensemble des cédraies algériennes). Parmi les 193 espèces mycorrhiziennes (30 familles, 47 genres) différentes relevées en Algérie, au Maroc et en France, dans les différentes études réalisées jusqu'ici, 23 espèces (14 genres) trouvées au cours de notre étude sont signalées pour la première fois sous *C. atlantica*.

Dans notre étude bibliographique, nous avons relevé pour l'ensemble des cédraies d'Algérie un total de 117 espèces mycorrhiziennes appartenant à 24 familles et 37 genres, contre 105 espèces (20 familles, 30 genres) dans les cédraies du Maroc. Au Maroc, Abourouh (1990, 1995) relève, d'après Malençon & Bertault (1970b, 1975) et d'autres auteurs, 75 espèces appartenant à 14 genres susceptibles de former des mycorrhizes avec le cèdre. Il observe aussi deux types de mycorrhizes, attribuées à *Cenococcum graniforme* et probablement à *Tricholoma caligatum* (Abourouh, 1990, 1995). Dans les cédraies du Midi de la France, qui ne sont pas pures, Rioussat & Rioussat (1991) ont répertorié plus de 350 espèces, dont ils considèrent 63 comme caractéristiques. Selon nous, 60 sont mycorrhiziennes dont 18 familles et 30 genres.

Lorsque l'on compare les différents relevés, on constate qu'environ la moitié des espèces ne se trouvent que dans une seule des sept aires géographiques mentionnées au tableau 1. Ce chiffre relativement faible peut s'expliquer par le fait que la plupart des relevés n'ont été effectués que pendant une seule année (Mousain, *in* Toth, 1988), ou bien

ont été effectués pendant plusieurs années mais sur une surface limitée (Nezzar-Hocine, 1996b).

Les espèces qui sont présentes à la fois dans les cédraies du Maghreb et de la France sont des espèces spécifiques ; *Geopora sumneriana* se retrouve dans toutes les stations, sauf au Mont-Ventoux, et *Cortinarius herculeus* ne figure pas dans les listes de Maire, car il n'a été décrit que plus tard. D'autres espèces, non spécifiques cette fois, sont présentes dans toutes les stations de France et dans celles du Maghreb, comme *Tticholoma terreum*. *Boletopsis leucomelaena* est absent uniquement dans les inventaires de Maire. Certaines espèces sont présentes dans au moins une cédraie en Algérie, au Maroc et en France : *Inocybe geophylla*, *I. fastibile* (dans toutes les cédraies du Maghreb), *Lyophyllum decastes*, *L. deliberatum*, *Hebeloma mesophaeum*, *H. sinapizans* (dans toutes les cédraies de France). Les espèces nouvellement décrites (Berthet & Rioussel, 1963 ; Capellano & Rioussel, 1968 ; Forte & Neville, 1994) se trouvent rarement citées par d'autres auteurs que ceux qui les ont décrites. *Gomphus crassipes* (Dufour) Maire qui a été trouvé pour la première fois en 1888, dans la forêt de Teniet-El-Had, par Dufour (1889) qui l'a nommé *Cantharellus crassipes*, puis par Maire (1914) et par Malençon (1957), n'a été signalé depuis qu'en 1994, dans une cédraie du sud de la France (Forte & Neville). Deux autres exemples sont ceux d'*Hypotarzetta insignis* (= *Pustularia i.*) décrit par Berthet & Rioussel (1963), signalé plus tard au Maroc par Malençon & Bertault (1970a) et de *Geastrum melanocephalum*, décrit par Capellano & Rioussel (1968) ; depuis, ces espèces n'ont été mentionnées dans aucune autre cédraie.

Le nombre important de champignons mycorrhiziens que nous avons obtenu peut s'expliquer par le fait que nous avons effectué davantage de relevés que les autres auteurs et que nous avons eu à notre disposition des listes de champignons plus complètes et plus récentes, beaucoup d'espèces rencontrées à l'époque de Maire n'étant pas encore décrites. Enfin, notre recherche était orientée surtout sur les champignons mycorrhiziens.

Le nombre d'espèces mycorrhiziennes relevées dans les différentes cédraies étudiées reste évidemment inférieur au nombre réel, en particulier parce que les champignons hypogés n'ont pas été pris en considération, à l'exception de quelques *Melanogaster* et *Tuber* (Rioussel & Rioussel, 1991). La plupart des espèces identifiées dans notre étude appartiennent à des familles bien connues pour leur caractère mycorrhizien : *Cortinariaceae*, *Russulaceae*, *Tricholomataceae* (cette dernière famille comprenant également des espèces saprophytes). Nous n'avons observé que peu d'espèces des familles des *Amanitaceae* (espèces surtout printanières), des *Boletaceae* et des *Hygrophoraceae* (famille réputée plutôt septentrionale), connues pour être également ectomycorrhiziennes.

Si beaucoup de bolets et lactaires sont associés au mélèze, le cortège mycorrhizien du cèdre de l'Atlas semble être caractérisé par la présence des cortinaires, inocybes, russules et tricholomes (figure 1b). Ces genres sont les plus riches en espèces ; ils comptent à eux seuls 46 % de l'ensemble des espèces relevées dans toutes les cédraies (42 % à Ighil-Inguel). Ces mêmes genres représentent 50 % des espèces relevées dans les cédraies du Maroc et 30 % de celles relevées dans les cédraies du Midi de la France. Il faut ajouter les hébélomes, les hygrophores et les ramaires qui sont assez bien représentés (15 % de l'ensemble des espèces)

Le cortège de champignons mycorrhiziens de la cédraie d'Ighil-Inguel n'est pas moins diversifié que celui de forêts à base d'autres résineux ou de feuillus. Comme le rappellent Singer & Modess (1965, in Singer, 1969), le pourcentage de champignons mycorrhiziens, par rapport à celui de l'ensemble de la macroflore fongique, dépend des conditions édaphiques et climatiques, mais aussi du nombre d'espèces d'arbres-hôtes dans une communauté. Le nombre d'espèces fongiques mycorrhiziennes est constant pour une

Situation géographique		Auteurs	Nombre d'espèces		Nombre d'espèces mycorhiziennes différentes, toutes études confondues		
			total	mycorhiziennes			
ALGERIE	Djurdjura	Nezzar-Hocine <i>et al.</i>	100	71	73	117	
		Maire		2			
	Atlas tellien	Chrèa	Maire	91	60		64
			Lanier	37			
			M.A.R.A.	17			
			Mal. & Bert	3			
		Teniet -El Had	Maire	36	18		
	Autres régions		Mal. & Bert		25		26
	Maire		3				
MAROC	Moyen Atlas, Rif, Autres régions	Maire & Wer.		31	105	105	
		Mal. & Bert	190	73			
		Bertault		13			
		Autres*		9			
FRANCE	Petit-Lubéron	Riousset. & Riousset.	63	31	39	60	
		Mousain	25	8			
	Mont-Ventoux	Mousain	39	19	20		
		Bidaud		1			
	Autres régions	Lanier	30	17	19		
		Autres	5	5			
TOTAL			+ 700	383		193	

Tableau 3 : Nombre d'espèces inventoriées dans les différentes cédraies du Maghreb et de la France. Souligné : espèces trouvées dans les jeunes peuplements

Table 3 : Number of species reported from different Atlas cedar forests localized in Algeria, Morocco and France.

Underlined : species collected under young stands of *Cedrus atlantica*.

association donnée. Pour le cèdre de l'Atlas, Bouteville estime ce nombre à une centaine environ.

Comme le fait remarquer Durrieu (1993), la grande diversité de la flore ectomycorhizienne s'exprime, bien sûr, au niveau d'un peuplement, mais aussi au niveau d'un seul individu. Il cite Becker (1956) qui a observé neuf espèces de champignons fructifiant simultanément autour d'un pin sylvestre et Ford *et al.* (1980) qui signalent au pied d'un même bouleau, des champignons de quatre espèces différentes. Chez le cèdre de l'Atlas et dans le site d'étude d'Ighil-Inguel, la diversité est moins grande ; 1 à 3 espèces au maximum ont été observées sous un même arbre (Nezzar-Hocine *et al.*, 1996b). De plus les fructifications n'étaient pas abondantes. Il faut rappeler que trois des quatre années (1989/1992) durant lesquelles les prospections ont été effectuées à Ighil-Inguel ont été considérées par Abdesselam (1995) comme des années présentant un déficit hydrique, seule l'année 1990/91 pouvant être considérée comme moyenne. Ces conditions climatiques n'ont sans doute pas permis le développement optimal des mycéliums dans le sol ni la formation massive de sporophores (Nezzar-Hocine *et al.*, publication en cours).

La richesse des cédraies de France et du Maghreb en espèces mycorhiziennes (193) s'accompagne aussi d'une grande diversité dans les genres (47) et les familles (30).

Parmi les espèces rencontrées en cédraie, certaines sont signalées par Malençon & Bertault (1970b, 1975) comme fréquentes (*Inocybe geophylla*, *Hygrophorus purpurascens*, *Lyophyllum carbonarium*, *Tricholoma equestre*) ; d'autres sont communes dans toutes les cédraies à l'automne (*Cortinarius candularis*, *Lyophyllum aggregatum* var. *typicum*, *Tricholoma cedrorum*) ou au printemps (*Cortinarius aurasiacus*, *Hygrophorus chrysodon*, *H. purpurascens*, *Inocybe brunnea*, *Lyophyllum aggregatum*, *Russula densifolia*, *R. turci*, *R. sublaevispora*). *Tricholoma pessundatum* est considéré comme l'une des l'espèce les plus communes et peut-être les plus précoces et les plus abondantes dans le Moyen Atlas. *C. duracinus*, commun dans les cédraies du Moyen Atlas et du Rif, est la seule espèce à avoir fructifié en abondance à Ighil-Inguel. Certaines espèces sont peu fréquentes : *Hygrophorus carneogriseus*, *Gomphus crassipes*, *Lyophyllum onychinum* ; d'autres sont plutôt rares (*Inocybe queletii*, *I. orbata*). Malençon & Bertault (1970b) expliquent que l'apparition irrégulière de certaines espèces ou leur rareté sont très liées aux conditions climatiques : des espèces comme *Cortinarius prasimus* et *Russula anthracina* var. *carneifolia* (Bertault, 1978a) n'ont été observées qu'une seule fois en trente cinq ans !

Un grand nombre d'espèces associées à *Quercus ilex* au Maroc (Maire & Werner, 1937 ; Malençon & Bertault, 1970b, 1975), ou à *Quercus spp.* (Trappe, 1962) sont également associées au cèdre de l'Atlas. La présence d'espèces fongiques communes aux deux essences peut s'expliquer par le fait que, dans leur aire naturelle, différents *Quercus* (en particulier *Q. ilex*) occupent le même étage géographique que le cèdre de l'Atlas ; c'est le cas de la forêt du Djurdjura (Tala-Guilef). Les espèces mycorhiziennes de la cédraie d'Ighil-Inguel communes à celles de la chênaie (chênes zeen et liège) de Beni-Ghorbi (Yakouren) sont au nombre de 6 : *Amanita rubescens*, *Cortinarius calochrous*, *Ramaria aurea*, *Scleroderma verrucosum*, *Tricholoma saponaceum* et *T. terreum* (Zemmouri, 1984).

Parmi la flore fongique du cèdre, un grand nombre d'espèces saprophytes ou mycorhiziennes sont de bons comestibles. En plus de celles rencontrées à la cédraie d'Ighil-Inguel, nous pouvons citer : *Amanita gemmata*, *A. ovoidea*, *Cortinarius multififormis*, *C. varicolor*, *Clavariadelphus truncatus*, *Morchella conica*, *Tricholoma equestre*, « comestible de première qualité » (Marchand, 1971), « estimé et recherché » (Malençon & Bertault, 1975), *T. squarulosum*, un des meilleurs comestibles de son groupe, *T. orirubens*, *T. portentosum*, *Russula grisea*, *R. integra*, *Suillus luteus*, etc...

2. Espèces mycorhiziennes spécifiques

Certaines espèces (14) sont fidèlement associées au cèdre. Elles appartiennent aux genres *Cortinarius* (*C. aurasiacus*, *C. cedretorum*, *C. herculeus*), *Galerina* (*G. cedretorum*), *Gautiera* (*G. trabutii*), *Geopora* (*G. sumneriana*), *Hebeloma* (*H. eburneum*), *Hygrophorus* (*H. russula* var. *cedretorum*, *H. purpurascens* var. *cedretorum*), *Inocybe* (*I. aurantifolia*, *I. scabeliformis*), *Ramaria cedretorum*, *Tricholoma* (*T. cedrorum*, *T. tridentinum* var. *cedretorum*). Parmi ces espèces, 8 se retrouvent à Ighil-Inguel. Pour l'instant nous n'avons répertorié aucune espèce de russule spécifique du cèdre, bien que le genre *Russula* soit bien représenté dans les cédraies du Maghreb.

Tout comme d'autres auteurs, nous n'avons pas rencontré certaines espèces spécifiques décrites par Maire (1914, 1928), telles *Galerina cedretorum* et *Hygrophorus purpurascens* var. *cedretorum*. Des espèces comme *Cortinarius aurasiacus* Pat., *Tricholoma cedrorum* Maire, *Gautiera trabutii* (Chatin) Pat. et *Clavaria cedretorum* n'ont été citées que par Maire et Malençon (*C. cedretorum* l'a également été par Le Poutre). Ces espèces spécifiques, rares, peu décrites dans les ouvrages de mycologie, sont donc difficiles à identifier. D'autres espèces récemment décrites sont encore peu connues. Parmi les espèces non identifiées récoltées dans la cédraie d'Ighil-Inguel, certaines pourraient être des espèces intéressantes et/ou spécifiques.

La faible quantité d'espèces symbiotes spécifiques du cèdre (quinze seulement) semble être une caractéristique générale de la symbiose ectomycorhizienne. Pour d'autres essences, le nombre d'espèces spécifiques est encore moins important. Le Tacon *et al.* (1984) relèvent 7 espèces pour *Quercus robur*, 7 pour *Fagus sylvatica* et 8 pour *Betula verrucosa*.

La majorité des symbiotes ectomycorhiziens du cèdre acceptent un large spectre d'hôtes. Certaines espèces trouvées en association avec le cèdre de l'Atlas en Algérie semblent être communes à un grand nombre de conifères et de feuillus ; c'est le cas de *Boletus erythropus* Pers., *Xerocomus chrysenteron* (Bull.) Quél., *L. laccata* (Scop. : Fr.) Cooke et *H. crustuliniforme* (Bull.) Quél. La plupart des champignons mycorhiziens récoltés dans la cédraie d'Ighil-Inguel sont des espèces communément associées à de nombreuses essences forestières feuillues et/ou résineuses (Nezzar-Hocine *et al.*, 1996b).

3. Evolution du cortège mycorhizien

Comme de nombreux auteurs l'ont signalé à propos d'autres essences forestières, le cortège fongique du cèdre de l'Atlas se diversifie progressivement au cours du temps. Les anglo-saxons Mason *et al.* (1982 et 1983) ont différencié les champignons mycorhiziens en « early-stage species » (espèces capables de produire des sporophores sur des arbres jeunes) et « late-stage species » (espèces ne produisant des sporophores que sur des arbres adultes). Ainsi, le genre *Tricholoma* est en général considéré comme produisant des champignons de stade tardif (Deacon *et al.*, 1983 ; Mason *et al.*, 1983 ; Fleming *et al.*, 1986 ; Chu-Chou & Grace, 1988). *T. pessundatum*, sous *P. pinaster*, est plutôt considéré comme champignon de stade intermédiaire que comme champignon de stade adulte (Guinberteau *et al.*, 1987). Pourtant, dans la cédraie d'Ighil-Inguel, certains tricholomes s'associent aussi bien avec des jeunes cèdres qu'avec les cèdres âgés. L'association mycorhizienne a même pu être obtenue en conditions gnotoxéniques avec un isolat de *Tricholoma tridentinum* var. *cedretorum* (Nezzar-Hocine *et al.*, 1998).

Nos observations concordent avec celles de nombreux auteurs qui soulignent que le nombre d'espèces fongiques susceptibles de s'associer avec de jeunes plants est faible, en général de 2 à 6 (Fassi & Fontana, 1966 ; Mason *et al.*, 1982 ; Fox, 1983 ; Le Tacon *et al.*, 1984 ; Garbaye *et al.*, 1986 ; Chu-Chou & Grace, 1988). Généralement, la biodiversité fongique augmente avec l'âge du peuplement (Thoen, 1980 ; Le Tacon *et al.*, 1984 ; Al-Abras, 1985 ; Guinberteau, 1987).

A partir d'observations sur le terrain et d'essais de mycorhization réalisés avec le cèdre de l'Atlas (Hocine *et al.*, 1991 ; Hocine *et al.*, 1994 ; Hocine, in Mousain 1996 ; Nezzar-Hocine *et al.*, 1996a et b), on peut dresser une liste de champignons susceptibles d'être utilisés dans des programmes de mycorhization contrôlée. Il s'agit d'espèces appartenant aux genres, *Cenococcum*, *Hebeloma*, *Inocybe*, *Laccaria*, *Hygrophorus*, *Scleroderma*, *Thelephora*, *Tricholoma* et *Tuber*.

Cette succession dans le temps du cortège fongique s'accompagne également d'une répartition non aléatoire des espèces (Becker, 1956 ; Ford *et al.*, 1980), en relation avec un déplacement et une progression centrifuge, le long des racines, des sites de fructification de chaque espèce en fonction du temps (Guinberteau, 1987). Pour notre part, nous n'avons pas pu suivre cette évolution, compte tenu du faible nombre d'années d'observations (4). Notre étude doit donc être poursuivie, car une meilleure connaissance de la structure spatiale des mycéliums des champignons mycorhizogènes doit permettre de mieux comprendre leur écologie et le type de relations qu'ils entretiennent avec les autres organismes de l'écosystème (Durrieu, 1993).

CONCLUSION

La flore fongique mycorhizienne du cèdre de l'Atlas est très riche en espèces, puisqu'elle compte 193 espèces différentes, sur plus de 700 espèces répertoriées dans les différentes cédraies d'Algérie, du Maroc et de France.

Le cortège mycorhizien de la cédraie d'Ighil-Inguel est également très important. Nous avons répertorié beaucoup plus d'espèces mycorhiziennes que ne l'on fait les autres auteurs, puisque 71 espèces appartenant à 29 genres ont pu être relevées sur un site très limité. Sur un total de 117 espèces mycorhiziennes répertoriées dans les cédraies d'Algérie, 40 d'entre elles sont signalées pour la première fois dans ce pays ; 23 espèces n'avaient encore jamais été observées sous *Cedrus atlantica*. La diversité du cortège mycorhizien du cèdre se retrouve également dans les cédraies du Maroc, mais apparaît plus limitée dans celles du Midi de la France.

La majorité des espèces de la cédraie d'Ighil-Inguel sont des Homobasidiomycètes, avec 13 ordres et 20 familles. Les familles qui renferment le plus grand nombre d'espèces, que ce soit à Ighil-Inguel ou dans les autres cédraies du Maghreb et de la France, sont, par ordre décroissant, les *Cortinariaceae*, les *Tricholomataceae* et les *Russulaceae*. Les *Hygrophoraceae*, les *Boletaceae* et les *Ramariaceae* sont également bien représentés. Parmi les champignons mycorhiziens relevés, il existe toute une gamme d'excellents comestibles.

La cédraie d'Ighil-Inguel compte 8 espèces mycorhiziennes spécifiques du cèdre, sur les 14 espèces signalées dans l'ensemble des cédraies étudiées.

La diversité des espèces fongiques sous les jeunes régénérations est moindre que celle observée sous les arbres âgés. Les espèces des jeunes régénérations appartiennent aux genres *Cenococcum*, *Hebeloma*, *Hygrophorus*, *Inocybe*, *Laccaria*, *Scleroderma*, *Tricholoma*

et *Tuber*.

Malgré les difficultés liées à l'instabilité de la taxonomie et de la nomenclature des champignons supérieurs, cette étude nous a permis, d'une part de réactualiser les listes anciennes de Maire et de Werner à diffusion très limitée et de rassembler les différentes espèces citées par Malençon et Bertault en un seul document, d'autre part d'établir une liste de symbiotes du cèdre, parmi lesquels pourront être choisis les futurs candidats à des essais de mycorhization contrôlée.

REMERCIEMENTS : Nous remercions le Dr. R. Courtecuisse, de la Faculté des Sciences Biologiques et Pharmaceutiques de l'Université de Lille 2, le Professeur G. Durrieu, du Laboratoire Botanique et Forestier de l'Université Paul Sabatier, le Dr. J.J. Guillaumin, de l'Unité de Pathologie végétale et de Mycologie de l'INRA de Clermont-Ferrand, d'avoir bien voulu accepter de lire notre manuscrit et de l'enrichir par leurs remarques et leurs suggestions.

RÉFÉRENCES

- ABDESSELAM M., 1995 — *Structure et fonctionnement d'un karst de montagne sous climat méditerranéen : exemple du Djurdjura occidental (Grande Kabylie-Algérie)*. Doctorat d'Université en Sciences de la Terre, Université de Franche-Comté, 232 p.
- ABOUROUH M., 1990 — La particularité de la symbiose ectomycorhizienne chez *Cedrus atlantica* Manetti. *Symposium International du cèdre*, 22-27 octobre 1990, Antalya, Turquie, pp. 136-142.
- ABOUROUH M., 1995 — Natural ectomycorrhizae of *C. atlantica* in Morocco. *Cryptogamic Botany* 4 (5) : 332-340.
- AL-ABRAS K., 1985 — *Evolution des types de mycorhizes de l'épicéa commun en fonction de l'âge*. D.E.A., Université de Nancy I, 55 p.
- BECKER G., 1956 — *Observations sur l'écologie des champignons supérieurs*. Thèse Faculté des Sciences de Besançon : 128 p.
- BERTAULT R., 1964 — Amanites du Maroc. 1^{ère} contribution. *Bulletin de la Société Mycologique de France* 80 (3) : 21 p.
- BERTAULT R., 1965 — Amanites du Maroc. 2^e contribution. *Bulletin de la Société Mycologique de France* 81 (3) : 27 p.
- BERTAULT R., 1978a — Russules du Maroc. *Bulletin de la Société Mycologique de France* 4 (1) : 27 p.
- BERTAULT R., 1978b — Lactaires du Maroc. *Bulletin de la Société Mycologique de France* 94 (3) : 16 p.
- BERTEA P., BON M., CHEVASSUT G., COURTECUISSIE R., LECOT C., NEVILLE P., PROUST F. & RASCOL J.P., 1989 — *Noms corrects et synonymes correspondants des champignons présents habituellement dans les expositions et les ouvrages classiques*. 2^{ème} édition, septembre 1989, Fédération des Associations Mycologiques Méditerranéennes (F. A. M. M.), 127 p.
- BERTHET P. & RIOUSSET L., 1963 — Un *Pustularia* nouveau : *P. insignis*. Description de l'espèce et remarque sur un caractère cytologique du genre *Pustularia*. *Bulletin de la Société Mycologique de France* 79 (3) : 392-398.
- BIDAUD A., 1990 — Les Hébélomes. *Bulletin de la Fédération Dauphiné et Savoie* 117 : 28-3.
- BON M., 1984 — *Les tricholomes de France et d'Europe occidentale*. Paris, Lechevalier, 324 p.
- BON M., 1991 — Flore mycologique d'Europe n° 2, tricholomes et ressemblants. *Documents mycologiques hors série*, 163 p.

- CAPELLANO A. & RIOUSSET L., 1968 - *Gaestrum melanocephalum* (Czern.) Stanek f. *melanocephalum* (= *Trichaster melanocephalus* Czern.) en France. *Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon* 37 (8) : 331-335.
- CHU-CHOU M. & GRACE L.J., 1988 — Mycorrhizal fungi of radiata pine in different forests of the north and south in New Zealand. *Soil Biology and Biochemistry* 20 (6) : 883 — 886.
- COULON M. & RIOUSSET L., 1967 — Contribution à l'étude de la flore mycologique de la cédraie du Petit Lubéron. *Bulletin de la Société d'Etude des Sciences Naturelles du Vaucluse* 15 : 7-19.
- COURTECUISSÉ R., 1994 — *Guide des champignons de France et d'Europe*. Lausanne — Paris, Delachaux & Niestlé, 476 p.
- DEACON J.W., DONALDSON S. J. & LAST F.T., 1983 — Sequences and interactions of mycorrhizal fungi on birch. *Plant and Soil* 71 : 257-262.
- DUFOUR L., 1889 — Une espèce nouvelle de chanterelle. *Revue Générale de Botanique* 1 : 357-358.
- DURRIEU G., 1993 — *Ecologie des champignons*. Paris, Masson, 207 p.
- FASSI B. & FONTANA A., 1966. Researches on ectotrophic mycorrhizae of *Pinus strobus* in nurseries. II. Mycorrhizae of *Thelephora terrestris* Ehrh. ex Fries, *Laccaria laccata* (Scop.) Berk. & Br. and *Hebeloma mesophaeum* Pers. ex Fries. *Allionia* 12 : 47-53.
- FLEMING L.V., DEACON J.W. & LAST F.T., 1986 — Ectomycorrhizal succession in a scottish birch wood. In : Gianinazzi-Pearson V & Gianinazzi S. (eds), *Mycorrhizae : physiology and genetics*. Proceedings 1st ESM. Dijon, INRA Paris, pp. 259-263.
- FORD E.D., MASON P.A. & PELHAM J., 1980 — Spatial patterns of sporophore distribution around a young birch tree in three successive years. *Transactions of the British Mycological Society* 75 : 287-296.
- FORTE J. & NEVILLE P., 1994 — Une *Aphyllaphoromycetidae* nouvelle pour l'Europe : *Gomphus crassipes* (Dufour) R. Maire (*Gomphaceae* Donk). *Bulletin Fédéral de l'Association Mycologique Méditerranéenne*, n. s. 6 : 17 — 20.
- FOX F.M., 1983 — Role of basidiospores as inocula of mycorrhizal fungi of birch. *Plant and Soil* 71 : 269-273.
- GARBAYE J., MENEZ J. & WILHELM M.E., 1986 — Les mycorrhizes des jeunes chênes dans les pépinières et les régénérations naturelles du nord-est de la France. *Acta Oecologica, Oecologia Plantarum* 7 (21) : 87-96.
- GUINBERTEAU J., 1987 — Evolution du cortège fongique associé au pin maritime dans les conditions d'un peuplement expérimental. *Compte Rendu 1^{er} Symposium sur le cèpe*. Labastide d'Armagnac, pp. 25-29.
- HARLEY J. L., 1969 — *The biology of mycorrhiza*. London, Leonard Hill Ltd., 334 p.
- HARLEY J.L. & SMITH S.E., 1983 — *Mycorrhizal symbiosis*. New York & London, Academic Press, 483 p.
- HOCINE H., PERRIN R. & BELARBI R., 1990 — Variation of mycorrhizal association of *Cedrus atlantica* Manetti : the example of Tala-Guilef forest (Djurdjura). 8th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Agadir, Morocco, October 28th — November 3rd 1990, p. 441.
- HOCINE H., CHEVALIER G., PERRIN R. & BELARBI R., 1991 — Les mycorrhizes de *Cedrus atlantica* en forêt et en pépinière. *Compte rendu du Groupe de travail « Application des mycorrhizes »*, 10-12 octobre 1991, I.N.R.A., Bordeaux.
- HOCINE H., BELARBI R., PERRIN R. & CHEVALIER G., 1994 — Possibilités de mycorrhization de *Cedrus atlantica* Manetti. *Annales de la Recherche Forestière du Maroc* 27 (1) : 350-361.
- KÜHNER R. & ROMAGNESI H., 1974 — *Flore analytique des champignons supérieurs (Agarics, Bolets, Chanterelles)*. Paris, Masson, 556 p.
- LANIER L., 1994 — Les champignons des cédraies en Algérie (étude comparative). *Annales de la Recherche Forestière au Maroc* 27 (2) : 553-563.
- LE POUTRE B., 1961 — Recherches sur les conditions édaphiques de la régénération des cédraies marocaines. Rapport 1957-1961. *Annales de la Recherche Forestière du Maroc* 6 (2) : 1-21.

- LE TACON F., LAMOURE D., GUINBERTEAU J. & FIKET C., 1984 — Les symbiotes mycorrhiziens de l'épicéa commun et du douglas dans le Limousin. *Revue Forestière Française* 36 : 325-338.
- MAIRE R., 1914 — La flore mycologique des forêts de cèdres de l'Atlas. *Bulletin de la Société Mycologique de France* 30 : 199-220.
- MAIRE R., 1927 — Compte-rendu de la session extraordinaire de la Société mycologique de France, à Alger (novembre 1926). *Bulletin de la Société Mycologique de France* 43 (3-4) : 2-19.
- MAIRE R., 1928 — Diagnoses de champignons inédits de l'Afrique du Nord. *Bulletin de la Société Mycologique de France* 44 : 37-56.
- MAIRE R. & WERNER R. G., 1937 - Fungi Marocani. Catalogue raisonné des champignons connus jusqu'ici au Maroc. *Mémoires de la Société des Sciences Naturelles du Maroc*, Rabat, Liouville J., 45, 147 p.
- MALENÇON G., 1957 — Prodrome d'une flore mycologique du moyen Atlas, 4^{ème} contribution. *Bulletin de la Société Mycologique de France* 73 (4) : 289-330.
- MALENÇON G., 1974-1975 -- Champignons hypogés du nord de l'Afrique. II Basidiomycètes. *Revue mycologique* 39 : 279-306.
- MALENÇON G. & BERTAULT R., 1970a — Champignons du Maroc II. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc* 49 : 69-80.
- MALENÇON G. & BERTAULT R., 1970b — Flore des champignons supérieurs du Maroc. Tome 1. Faculté des sciences de Rabat, Maroc, 601 p.
- MALENÇON G. & BERTAULT R., 1975 — Flore des champignons supérieurs du Maroc. Tome 2. Faculté des sciences de Rabat, Maroc, 539 p.
- M.A.R.A., 1992 — A la découverte des champignons du parc. Note du Ministère de l'Agriculture d'Algérie sur le Parc National de Chréa. 11 p.
- MARCHAND A., 1971 — *Champignons du Nord et du Midi. Les meilleurs comestibles et tous les vénéneux*. Perpignan, France, Hachette (3^e édition), tome 1, 281p.
- MASON P.A., LAST F.T. PELHAM J. & INGLEBY K., 1982 Ecology of some fungi associated with and ageing stand of birches (*Betula pendula* and *Betula pubescens*). *Forest Ecology and Management* 4 : 19-39.
- MASON P.A., WILSON J., LAST F.T. & WALKER C., 1983 — The concept of succession in relation to the spread of sheathing mycorrhizal fungi on inoculated tree seedlings growing in unsterile soils. *Plant and Soil* 71 : 247-256.
- MEYER F.H., 1973 — Distribution of ectomycorrhizae in native and man-made forests. In : Marks G.C. & Kozlowski T.T. (eds.), *Ectomycorrhizae, their ecology and physiology*. New York & London, Academic Press, pp. 79-105.
- MILLER O.K., 1982a — Taxonomy of ecto — and ectendomycorrhizal fungi. In : Schenk N.C. (ed.), *Methods and principles of mycorrhizal research*. Saint Paul, Minnesota, American Phytopathology Society, pp. 91-101.
- MILLER O.K., 1982b — Ectomycorrhizae in the *Agaricales* and *Gasteromycetes*. *Canadian Journal of Botany* 60 : 909-916.
- MOLINA R. & TRAPPE J.M., 1982. Patterns of ectomycorrhizal host specificity and potential among Pacific Northwest conifers and fungi. *Forest Science* 28 : 423-458.
- MOSSE B., STRIBLEY D.P & LE TACON F., 1981 — Ecology of mycorrhizae and mycorrhizal fungi. In : Alexander M. (ed.), *Advances in microbial ecology*. New-York, Cornell Union, Plenum publishing corporation 4, pp. 137-210.
- MOUSAIN D., 1996 — Création des peuplements. In : Bariteau M., Etienne M., Mousain D. & Thibaut B. (eds.), *Création et gestion des peuplements forestiers méditerranéens* (Première réunion GRAM, 21-23 mars 1996, Avignon), Avignon, INRA Eds, pp. 113-116.
- NEZZAR-HOCINE H., PERRIN R. & HALLI-HARGAS R., 1995 — Mesure du potentiel infectieux ectomycorrhizien du sol de la cédraie de d'Ighil-Inguel (Djurdjura) : application à l'inoculation d'un substrat de pépinière. In : Abourouh M.(ed.). *Les actes du 2^{ème} Colloque National Plants Forestiers*. Centre National de la Recherche Forestière du Maroc (sous presse).

- NEZZAR-HOCINE H., HALLI-HARGAS R., CHEVALIER G., PERRIN R., 1996a — Mycorrhization of *Cedrus atlantica* with *Laccaria laccata* under controlled conditions. In : Azcon-Aguilar C. & Barea J.M. (ed.), *Mycorrhizas in integrated systems from genes to plant development* (Proceedings of the fourth European Symposium on Mycorrhizas, Granada, Spain, 11-14 July 1994), Brussels, European Commission (DG XII, SRD), pp. 565-568.
- NEZZAR-HOCINE H., BOUTEVILLE R. J., HALLI-HARGAS R. & CHEVALIER G., 1996b — La macroflore fongique de *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex. Carrière. I — Inventaire des espèces d'une cédraie du massif du Djurdjura (Algérie) et connaissances actuelles sur les champignons des cédraies. *Cryptogamie-Mycologie* 17 (2) : 85-103.
- NEZZAR-HOCINE H., PERRIN R., HALLI-HARGAS R. & CHEVALIER G., 1998 — Ectomycorrhizal associations with *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière : I — Mycorrhizal synthesis with *Tricholoma tridentinum* Singer var. *cedretorum* Bon. Mycorrhiza (accepté pour publication).
- PRADON V., 1994 — *Les mycorhizes des conifères*. Thèse de docteur en pharmacie, Université de Clermont-Ferrand, Faculté de pharmacie, 144 p.
- RIOUSSET L. & RIOUSSET G., 1991 — Champignons de la cédraie du Petit Lubéron. Session de journée de la F.A.M.M., Maillane, France, août 1991, 4 p.
- SINGER R., 1969 — Forest Mycology and Forest Communities in South America. II. Mycorrhiza Sociology and Fungus Succession in the *Nothofagus dombeyi*-*Austrocedrus chilensis* Woods of Patagonia. In : Hacskaylo E. (ed.), *Mycorrhizae*, Washington, USDA Misc. Publ. N° 1189, US Govt. Printing office, pp. 204-215.
- THOEN D., 1980 — Contribution à l'inventaire des mycocénoses des pessières naturelles des Vosges (France). *Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon*, 49^e année, 6 : 380-389.
- TOTH J., 1988 — Le Mont Ventoux. Document interne n° 07-1988. INRA, Recherches Forestières, Station de sylviculture méditerranéenne, Avignon, 30 p.
- TRAPPE J. M., 1962 — Fungus associates of ectotrophic mycorrhizae. *Botanical Review* 28 : 538-606.
- ZEMMOURIG., 1984 — *Contribution à l'étude systématique des Homobasidiomycètes (champignons supérieurs) de la forêt de Beni-Ghobri (Tizi-Ouzou, Algérie)*. D.E.S., Biologie Végétale, Université de Tizi-Ouzou, 54 p.